

Vehículos autónomos: una mirada futurista

La industria del automóvil trabaja hoy desarrollando vehículos que puedan circular sin intervención humana. Analizamos cómo podría ser una sociedad con coches autónomos y conductores espectadores que han renunciado al placer de conducir.

Progresivamente, los vehículos han ido incorporando instrumentos y automatismos que hacen más fácil y segura la conducción y en el horizonte se dibuja el panorama de un vehículo totalmente automatizado que puede circular de manera autónoma sin la intervención humana. Google ya ha realizado pruebas piloto en la vía pública con coches sin conductor, muchos fabricantes están investigando y trabajando en esta línea e incluso alguno de ellos ha anunciado la salida al mercado de un vehículo autónomo en el horizonte 2020. Según eso, el futuro parecería más cerca que nunca.

¿Qué hay de posible o qué de deseable en este futuro a medio plazo? ¿Qué ventajas tendrían los conductores y la sociedad si se produjera un cambio tan radical en el modelo de movilidad como el que dibuja el vehículo autónomo? ¿Qué ventajas puede tener el vehículo autónomo, y qué riesgos? ¿Es posible y viable su generalización como modo de transporte privado? ¿Qué factores pueden acelerar o retrasar su aparición en nuestras vidas cotidianas? ¿Cuáles son las políticas públicas que deben acompañar este cambio?

Intentaremos responder a estas cuestiones en las próximas líneas, en el supuesto de que el cambio que puede suponer el vehículo autónomo, de acabar imponiéndose, es tan radical que el panorama de la movilidad no tendrá nada que ver con el actual. Que se imponga o no dicho cambio es otra cuestión. También el futuro que se predijo para el vehículo eléctrico se está manifestando mucho más lejano de lo esperado. De momento, comentaremos lo que podría ser una sociedad del futuro con vehículos autónomos y conductores espectadores que han renunciado al placer de conducir.

¿El vehículo autónomo, qué es?

El progreso tecnológico en la industria de la automoción ha creado un espacio continuo entre los automóviles convencionales de conducción tradicional y los vehículos en que la conducción está asistida por automatismos que la facilitan y que hoy ya van incorporados de serie en muchos de los modelos que circulan por nuestras carreteras. Sistemas de control de estabilidad o velocidad, frenado automático de emergencia, de ayuda al aparcamiento o de aviso de proximidad de obstáculos exteriores son actualmente de uso generalizado. Este progreso incremental pero continuo derivará, a la vista del estado de desarrollo de la tecnología, hacia la creación de unos automóviles capaces de moverse libremente por la vía pública sin intervención humana. La NHTSA (Autoridad Nacional de Seguridad Vial en los Estados Unidos) ha definido cinco niveles distintos según el grado de automatización del vehículo. El nivel cero es el que depende completamente del factor humano, los niveles tres y cuatro son los llamados vehículos automáticos autónomos, en el primer caso con la posibilidad de que el conductor tome el control de la situación en algunas circunstancias especiales a pesar de poder desarrollar tareas no relacionadas con la conducción de manera segura durante el desplazamiento. En el segundo caso, sin opción de control humano de la conducción, con o sin ocupantes en el interior del vehículo.

En definitiva, actualmente existen dos aproximaciones al reto del vehículo autónomo: por un lado el de los fabricantes tradicionales de automóviles, a través de mejoras incrementales en nuevas funcionalidades autónomas (aparcar, circular en congestión, frenar, etc.) hasta llegar al punto en que todas las funciones sean autónomas y el conductor ya no tenga que intervenir para nada en la conducción.

Vea el vídeo [‘Sistema de aparcamiento automático de Audi’](#)

Por otra parte hay nuevos actores en el sector de la automoción como Google, que apuestan por un vehículo 100% autónomo desde el inicio, en el que el conductor no interviene en ningún momento.

Desde un punto de vista tecnológico, el vehículo autónomo es posible, los más de 500.000 kilómetros recorridos por la flota de Google sin conductor así lo ponen de manifiesto, aunque la viabilidad del proyecto debe resolver aún retos importantes,

unos vinculados a la mejora de la tecnología, otros a la reducción de costes, y también de adaptaciones sociales de los propios usuarios.

Así, desde el punto de vista tecnológico debemos avanzar aún en lo relacionado con el conjunto de sensores que incorpora un vehículo autónomo y también en el ámbito de la conectividad con el resto de vehículos (V2V) o las infraestructuras (V2I). En el caso de los sensores, si bien el proceso de recogida de datos de la realidad exterior se puede realizar de forma sistemática (a través del láser LIDAR de Google), su procesamiento por la toma de decisiones de conducción requiere todavía notables avances para percibir la realidad exterior de una manera global tan afinada como lo puede hacer una persona humana. El grado de sofisticación de la inteligencia artificial no es, hoy por hoy, suficientemente grande como para reproducir mecanismos implícitos de reacción de la conducta humana ante determinados estímulos exteriores. Un balón en la carretera hace pensar en un niño detrás. Crear algoritmos que anticipen estos eventos es complejo.

En el caso de la conectividad, existen tecnologías que permiten interrelaciones fiables entre vehículos y con las infraestructuras. No obstante, para la implantación real se necesitan esfuerzos importantes. Los sistemas de GPS pueden dar errores de localización entorno a los 10 metros y la cartografía digital de carreteras no tiene suficiente grado de detalle como para garantizar una circulación automática que pueda evitar todos los obstáculos (fijos o móviles) que pueden obstruir la vía pública. Por otra parte, la base de la conectividad entre vehículos o infraestructuras depende del grado de extensión de la red de vehículos e infraestructuras equipados con la tecnología adecuada y eso, hoy por hoy, es todavía un elemento limitador esencial.

Las ventajas del vehículo autónomo desde una perspectiva social

Un modelo de movilidad basado en vehículos autónomos abre perspectivas muy beneficiosas para la sociedad en su conjunto y también para el usuario particular, aunque también puede tener efectos negativos sobre individuos y colectivos de personas que disfrutaban de ventajas con el modelo actual.

Desde una perspectiva social, los efectos positivos del vehículo autónomo se producirán en el ámbito de las externalidades tradicionales del sistema de movilidad como la accidentalidad, la congestión, la eficiencia energética y ambiental, pero

también su aparición puede facilitar un nuevo sistema de movilidad que aporte nuevos horizontes a colectivos ahora limitados en su capacidad de desplazamiento (incapacitaciones visuales, tercera edad, etc.) o que lleve cambios en el modelo tradicional de construcción y mantenimiento de infraestructuras viarias.

Vea el vídeo [‘The Volvo SARTRE road train video’](#)

Desde la perspectiva de la accidentalidad, la eliminación del factor humano como causa de accidente puede suponer la práctica erradicación de las víctimas en la carretera. Las causas fundamentales de los accidentes, como la conducción imprudente o con exceso de velocidad, la realizada bajo los efectos de sustancias psicotrópicas o simplemente la distracción, pueden desaparecer del panorama de la movilidad con el coche autónomo y, en consecuencia, dejar la siniestralidad en cotas mínimas, inimaginables actualmente. En un horizonte totalmente automatizado la siniestralidad sería imputable al mal funcionamiento de los vehículos o a factores externos no controlables de naturaleza más catastrófica.

Desde el punto de vista de la congestión, los efectos de la generalización del vehículo autónomo parecen a priori favorables, aunque la automatización puede suponer también un aumento del kilometraje total recorrido por el parque de vehículos. El tiempo de desplazamiento no es un tiempo perdido sino invertido y esto puede llevar a las familias a vivir en zonas más alejadas de los centros urbanos y con precios de vivienda inferiores, pues la duración de los trayectos cotidianos toma importancia como criterio de decisión.

No obstante, sí que existen factores que indican que esta movilidad inteligente puede reducir la congestión. El vehículo autónomo permite programar una circulación que optimice la capacidad de la red viaria mejorando el flujo de vehículos, tanto por la vía de la minimización de las distancias entre vehículos –lateralmente y frontalmente– como por la regulación de velocidades relativas de circulación y de las maniobras de aceleración o frenado. Por otra parte, la gestión adecuada de la información puede también evitar de manera sistemática los atascos derivados de interrupciones accidentales de las carreteras.

El vehículo autónomo favorecerá también una mayor eficiencia energética y ambiental. Una conducción más regular, más cercana al "eco-driving", evitando aceleraciones y

frenadas bruscas y adaptando la velocidad de circulación a los condicionantes de la vía, reducirá el consumo energético y con él las emisiones. Igualmente, la práctica eliminación de accidentes debe permitir construir vehículos más ligeros y consecuentemente más fáciles y baratos de desplazar. Del mismo modo, la mejora del aprovechamiento de la capacidad de las infraestructuras para la vía del acercamiento entre vehículos permitirá también menor consumo de combustible por el efecto aspiración.

La implantación del vehículo autónomo beneficiará también a sectores amplios de la población actualmente de movilidad limitada. Personas discapacitadas, ancianos, jóvenes sin edad para conducir podrán desplazarse sin inconvenientes físicos y legales, por lo que disminuirá su potencial de exclusión social.

Vea el vídeo [‘Self-Driving Car Test: Steve Mahan’](#)

Adicionalmente, el nuevo vehículo supondrá un nuevo modelo de provisión de infraestructuras. La racionalización de su uso determinará su modelo de expansión y mantenimiento, quizás limitando la nueva construcción. Complementariamente, la inteligencia incorporada en los propios vehículos podrá reducir de manera notable la señalización en las vías públicas o las necesidades de aparcamiento, si es que el modelo de propiedad y uso de los vehículos deriva hacia sistemas más intensivos similares al "car sharing".

Existen como mínimo dos razones para pensar que un parque de vehículos autónomos será un parque de vehículos de "car sharing" y no de propiedad individual de los conductores: por un lado, un vehículo autónomo no dispondrá de uno de los reclamos de compra más habituales como es "el placer de conducir", lo que puede hacerle menos atractivo como producto que satisface unas necesidades personales del comprador. Por otra parte, el elevado coste de la tecnología que incorpora un vehículo autónomo sugiere que será mucho más fácil para una corporación poder asumir el coste de compra y mantenimiento que no para un usuario individual.

Las ventajas del vehículo autónomo desde una perspectiva individual

Desde una perspectiva individual, las ventajas del uso del vehículo autónomo se producirán fundamentalmente en dos ámbitos distintos, uno el aprovechamiento del tiempo y el otro el coste de la movilidad.

Una conducción autónoma, por lo tanto, no exige ninguna atención por parte del conductor, permite disponer del tiempo de los desplazamientos para otras actividades tanto de naturaleza estrictamente productiva como simplemente lúdica. De alguna manera, esta nueva movilidad permitirá disponer de ciertas ventajas que ahora ofrece el transporte público en un entorno total de privacidad.

Por otra parte, la existencia del vehículo autónomo puede cambiar el modelo de acceso a su uso. El modelo actual en que normalmente un vehículo privado está parado la mayor parte del tiempo puede ser superado por una utilización más racional de una flota de vehículos susceptible de ser alquilada o compartida. De alguna forma, el consumidor puede pasar a un modelo de uso en que sustituya a los costes fijos de poseer un automóvil por los costes variables de su utilización.

Es complejo a priori establecer el ahorro que puede suponer una opción de esta naturaleza pues, lógicamente, depende de múltiples factores y precios. No obstante, parece evidente que abre las puertas a un nuevo modelo de gestión de la movilidad más cercano a lo que sería una gestión de servicios que de utilización de la propiedad.

Pero este nuevo modelo de movilidad puede tener otras consecuencias inesperadas: por un lado, el riesgo de desaparición del transporte público en zonas donde no es rentable y puede ser sustituido por el vehículo autónomo. Por otra parte, una flota de vehículo compartido requiere menos unidades que una de vehículo en propiedad, liberando así grandes espacios urbanos actualmente dedicados al estacionamiento de vehículos, tanto en superficie como subterráneos. Estos espacios urbanos liberados podrían tener nuevos usos públicos.

Vea el vídeo [‘E-mobility redefined: The AKKA “Link & Go” concept vehicle in Geneva’](#)

Los inconvenientes, las incertidumbres y los riesgos del vehículo autónomo

La generalización del uso del vehículo, caso de producirse y de ser ciertos los efectos positivos expuestos anteriormente, reportará también inconvenientes notables para determinadas personas y colectivos implicadas en el funcionamiento del "statu quo" actual. Dicho de otro modo, la introducción de estas nuevas tecnologías, como cambio disruptivo, derivará en una reconversión del sistema productivo que tendrá efectos sobre la actividad y el empleo en sectores determinados que giran alrededor del sector del automóvil y de la movilidad.

De entrada, una reducción importante de los accidentes tendrá repercusiones importantes para todo lo vinculado a la economía de los accidentes, desde la sanidad y la rehabilitación, hasta los talleres de reparaciones, los seguros o incluso los servicios de policía y vigilancia de las vías públicas. El potencial de ahorro social se puede estimar entre el 1 y el 2% del PIB anualmente, pero puede haber claramente sectores que salgan perjudicados o eventualmente deban reconvertirse, como es el de la reparación de vehículos, el de la formación de conductores o los concesionarios de venta. De la misma forma, nuevos empleos y necesidades deberán aparecer en este nuevo ecosistema alrededor del vehículo autónomo: desarrolladores de software que den asistencia remota cuando haya alguna avería (como actualmente ocurre con los ordenadores), fabricantes de alta tecnología y conectividad, etc.

Igualmente pueden ser importantes los cambios en el transporte público de personas como, por ejemplo, en el sector del taxi, donde no serían necesarios los conductores, o también en el transporte de mercancías (veamos un ejemplo extremo en el vídeo inferior). En estos casos los efectos sobre la ocupación y la capacidad del sistema podrían ser demoledores.

En tercer lugar, la implantación de este nuevo modelo, de alta dependencia tecnológica, no puede dejar de tener en cuenta los riesgos asociados a la gestión de la información del sistema, tanto desde el punto de vista de la protección de los datos de carácter personal como desde la perspectiva del potencial de violar la seguridad del sistema y provocar el caos en la movilidad, una nueva especie de ciberdelincuencia.

Finalmente, el vehículo autónomo supone un cambio de paradigma radical en materia de responsabilidad civil o de seguros. En el primer caso, habrá que delimitar si la responsabilidad, ahora en el conductor, deriva o no y en qué medida hacia el fabricante o el proveedor de la tecnología que hace que el vehículo funcione sin conductor (el GPS, las comunicaciones, el software...). Del mismo modo, también el mundo de los seguros puede ver afectado su modelo de negocio al moderarse los riesgos de accidente con las nuevas tecnologías y, por lo tanto, tener que reducir considerablemente las primas, a la vez que los gastos y el fraude también caen.

El camino a la implantación del vehículo autónomo, aceptación del consumidor y regulación

En la hipótesis de que el vehículo autónomo acabe disponiendo de la tecnología adecuada y a un coste razonable, su proceso de implantación estará condicionado por factores múltiples, un notable rompecabezas cuyas piezas se deben colocar adecuadamente y en el orden apropiado. Unos elementos están relacionados con el propio consumidor, si el consumidor no ve valor en la propuesta, difícilmente progresará el modelo innovador. Otros están vinculados a la creación de una masa crítica suficiente para que el sistema funcione como una red auténtica. Servirá de poco tener vehículos autónomos para evitar accidentes en la vía pública si durante un largo período de tiempo todavía deben de compartir el espacio con vehículos convencionales accionados por personas. En tercer lugar, la introducción del vehículo autónomo varía sustancialmente las reglas del juego de la movilidad y por lo tanto aparecen nuevos escenarios que deben ser regulados y especificaciones técnicas que deben ser armonizadas a nivel internacional.

Desde la perspectiva del consumidor, un elemento clave es la educación en las potencialidades del sistema y, sobre todo, la asunción de su seguridad. Vencer el obstáculo psicológico de ceder el control de la conducción a una máquina, por sofisticada que sea, siempre será complejo y requerirá la creación de unas dosis de confianza en el usuario. Por otro lado, no todos los consumidores responderán igual ante la innovación, pues en la civilización occidental el coche juega un papel muy importante asociado a la libertad individual, una verdadera "cultura del coche". La resistencia al cambio y a la introducción de la innovación es importante, en particular, en determinados segmentos de población. Una encuesta de Continental del año 2013

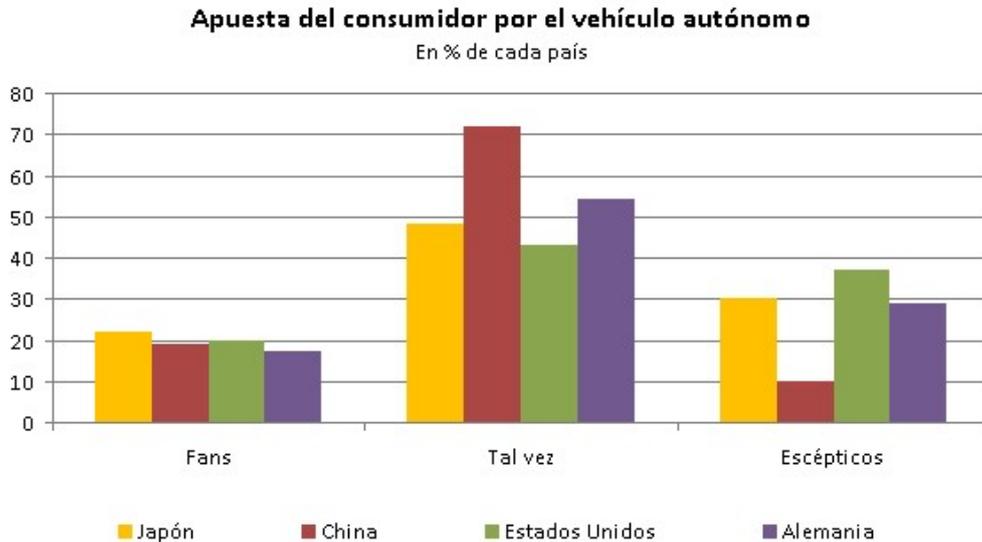
pone de manifiesto como en el caso alemán, por ejemplo, sólo un 33% de los conductores harían actividades alternativas mientras están siendo transportados por un vehículo autónomo, lo que, lógicamente, indica poca confianza en la invención. Este porcentaje dista del que se registra en China y Japón, por encima del 60%.

Aceptación del vehículo autónomo en distintos países



FUENTE: Encuesta Continental de Movilidad 2013

En cualquier caso, el camino hacia a la nueva movilidad deberá ser gradual y liderado por los usuarios pioneros "early adopters". Datos de la misma encuesta apuntan a que los usuarios pioneros (definidos como "fans") serían una proporción cercana al 20% (17% en el caso alemán), mientras que la parte de población que mantendría una actitud escéptica se situaría alrededor del 30% en Japón y Alemania, en el 37% en Estados Unidos y sólo en el 10% en China.



FUENTE: Encuesta Continental de Movilidad 2013

Estos datos sugieren que la implantación del vehículo autónomo deberá esperar algún tiempo hasta que las generaciones nacidas digitales o muy implicadas con las nuevas tecnologías supongan una parte importante de la población. En España, los nativos digitales, es decir, la población de menos de 14 años, son un poco más de siete millones de personas, un 15% de la población total. La generación siguiente, hasta los 35 años, también más adaptada y adaptable a la era digital, representan a su vez el 24% de la población. Dentro de quince años, el núcleo de población más familiarizado con las nuevas tecnologías supondrá ya una proporción cercana a las dos terceras partes de la población, lo que permitirá tener una masa crítica de posibles usuarios de las nuevas tecnologías.

Para conseguir esta masa crítica será necesario, además del convencimiento del consumidor, el establecimiento de estrategias que faciliten la visibilidad de los efectos positivos del modelo. Posiblemente la implantación del vehículo autónomo deberá empezar en espacios territoriales concretos, como algunos centros urbanos de determinada dimensión o en itinerarios de características singulares, de forma que el efecto demostración pueda incentivar la transición al modelo.

Del mismo modo, esta transición sólo llegará a buen puerto si se crean los mecanismos tecnológicos adecuados para que el parque de vehículos preexistente

pueda adaptarse en mayor o menor medida a las exigencias de transmisión y procesamiento de información que exige el sistema.

Finalmente, el elemento clave del cambio será el coste, no sólo de los vehículos autónomos nuevos sino de toda la tecnología necesaria para adaptar el parque automovilístico tradicional a las condiciones del nuevo sistema, así como el coste del cambio de los múltiples sectores de actividad terciaria que dan servicios relacionados con el vehículo.

Lógicamente la dinámica del coste vendrá determinada por factores de mercado. Sin embargo, también el mercado puede no responder, porque el consumidor estime que el valor que le produce el cambio no compensa el esfuerzo de realizarlo, lo que puede hacer que este cambio tecnológico no tenga capacidad de prosperar por sí mismo.

En este estadio las administraciones también tienen un papel claro. Si como parece los beneficios sociales de la transición a un modelo dominado por el vehículo autónomo son elevados y claramente superiores a los costes que genera, las administraciones deberán establecer políticas de apoyo o incentivo para el desarrollo del proyecto de vehículo autónomo, tal y como se ha hecho y se está haciendo en el caso del vehículo eléctrico. La experiencia en este último caso sugiere que difícilmente se pueden acelerar forzosamente cambios tan profundos en un ámbito tan crítico para la sociedad como es el de la movilidad.

Con todo, las políticas públicas que se puedan establecer deberán ir mucho más allá de los incentivos o medidas de apoyo a los consumidores o a los fabricantes. El vehículo autónomo, concebido como modo de transporte independiente de la acción humana, es un cambio de modelo radical que exige una actividad reguladora excepcional, que deberá abarcar todos los ámbitos de la movilidad afectados no ya por el cambio en sí mismo sino por proceso de cambio. Estándares técnicos y normativa de circulación y de responsabilidad deberán adaptarse a las nuevas circunstancias.

La cuestión es, no obstante, cuál será la dimensión y la velocidad del cambio. En cualquier caso, el cambio se producirá y se ralentizará si, finalmente, se constata que la tecnología de los vehículos autónomos da resultados mejores que los vehículos

conducidos por personas. Este es el futuro, para unos más cercano de lo que parece,
para otros un sueño de visionarios.